

(11)Publication number : 09-261036
(43)Date of publication of application : 03.10.1997

H03K 19/0185

(72)Inventor : SUZUKI HIROAKI
TANAKA YASUNORI

<http://www19.ipdl.jpo.go.jp/PA1/result/detail/main/wAAAYVaqRSDA409261036P...> 2003/12/24

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許 (P) (12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号
特許第3258229号
(P3258229)

(45) 発行日 平成14年2月18日(2002.2.18)

(24) 登録日 平成13年12月7日(2001.12.7)

(51) IntCl.⁷ 識別記号

H03K 19/0185

F I
H03K 19/00 101B

(21) 出願番号 特願平8-61091

(22) 出願日 平成8年3月18日(1996.3.18)

(65) 公開番号 特開平8-261036

(43) 公開日 平成9年10月3日(1997.10.3)

審査請求日 平成12年9月7日(2000.9.7)

請求項の数8(全14項)

(73) 特許権者	000003078 株式会社東芝
(72) 発明者	東京都区港芝浦一丁目1番1号 鈴木 宏明 神奈川県横浜市西区堀川町500番1号 株式会社東芝 半導体システム技術セン ター内 田中 廣規 (72) 発明者 神奈川県横浜市西区堀川町500番1号 株式会社東芝 半導体システム技術セン ター内 (74) 代理人 100063806 弁護士 三好 秀和 (外3名) 審査官 萩原 健則
(58) 調査した分野(Int.Cl. ⁷ , D.B.名)	H03K 19/0185

(54) [発明の名称] レベル変換回路及び半導体集積回路

(67) [特許請求の範囲]

【請求項1】 高電圧が印加される高電圧電源と第1の出力ノードとの間に直列接続された第1及び第2のPチャネル型MOSトランジスタ、並びに前記第1の出力ノードとグラウンドとの間に直列接続された第1及び第2のNチャネル型MOSトランジスタを有し、フルアツプ用として機能する前記第1のPチャネル型MOSトランジスタのゲートに第1の信号が印加され、フルアツプ用として機能する前記第2のNチャネル型MOSトランジスタのゲートに前記高電圧よりも低い低電圧とグラウンド電圧との間の電圧を有する入力信号が印加され、前記第2のPチャネル型MOSトランジスタ及び前記第1のNチャネル型MOSトランジスタの各ゲートに低電圧が共通して印加される第1のCMOS回路と、
前記高電圧電源と第2の出力ノードとの間に接続され前

タ、並びに前記第4の出力ノードとグラウンドとの間に直列接続された第3及び第4のNチャネル型MOSトランジスタを有し、フルアツプ用として機能する前記第7のPチャネル型MOSトランジスタのゲートに前記第1の中間回路の前記第2の出力ノードの電位が印加され、フルアツプ用として機能する前記第4のNチャネル型MOSトランジスタのゲートに前記入力信号の反転信号が印加され、前記第8のPチャネル型MOSトランジスタ及び前記第3のNチャネル型MOSトランジスタの各ゲートに低電圧が共通して印加され、前記第4の出力ノードより前記出力信号として前記高電圧とグラウンド電圧との間の電圧を有する信号を外部へ出力する第2のCMOS回路とを備えたことを特徴とするレベル変換回路。

【請求項2】 前記第1のCMOS回路における前記第1及び第2のPチャネル型MOSトランジスタの直列オン抵抗は、前記第1及び第2のNチャネル型MOSトランジスタの直列オン抵抗よりも大きく設定し、前記第2のCMOS回路における前記第7及び第8のPチャネル型MOSトランジスタの直列オン抵抗は、前記第3及び第4のNチャネル型MOSトランジスタの直列オン抵抗よりも大きく設定すると共に、

前記第1の中間回路における第3のPチャネル型MOSトランジスタのオン抵抗は第4のPチャネル型MOSトランジスタのオン抵抗よりも大きく設定し、前記第2の中間回路における第5のPチャネル型MOSトランジスタのオン抵抗は第6のPチャネル型MOSトランジスタのオン抵抗よりも大きく設定したことを特徴とする請求項1記載のレベル変換回路。

【請求項3】 高電圧が印加される高電圧電源と第1の出力ノードとの間に直列接続された第1及び第2のPチャネル型MOSトランジスタ、並びに前記第1の出力ノードとグラウンドとの間に直列接続された第1及び第2のNチャネル型MOSトランジスタを有し、フルアツプ用として機能する前記第1のPチャネル型MOSトランジスタのゲートに第1の信号が印加され、フルアツプ用として機能する前記第2のNチャネル型MOSトランジスタのゲートに接続された入力ノードに前記高電圧よりも低い低電圧とグラウンド電圧との間の電圧を有する入力信号が印加され、前記第2のPチャネル型MOSトランジスタ及び前記第1のNチャネル型MOSトランジスタの各ゲートに低電圧が共通して印加される第1のCMOS回路と、

前記高電圧電源と第2の出力ノードとの間に接続され前記第1の信号がゲートに印加される第3のPチャネル型MOSトランジスタ、及び前記第2の出力ノードと低電圧が印加される低電圧電源との間に接続され前記第1のCMOS回路の前記第1の出力ノードの電位がゲートに印加される第4のPチャネル型MOSトランジスタを有する第1の中間回路と、
前記高電圧電源と第3の出力ノードとの間に接続され前

(2)

特許3258229

記第1の中間回路の第2の出力ノードの電位がゲートに印加される第5のPチャネル型MOSトランジスタ、及び前記第3の出力ノードと前記低電圧電源との間に接続される出力信号がゲートに印加される第6のPチャネル型MOSトランジスタを有し、前記第3の出力ノードより前記第1の信号を出力する第2の中間回路と、
前記高電圧電源と第4の出力ノードとの間に直列接続された前記第7及び第8のPチャネル型MOSトランジスタ、並びに前記第4の出力ノードと前記入力ノードとの間に接続された第3のNチャネル型MOSトランジスタを有し、フルアツプ用として機能する前記第7のPチャネル型MOSトランジスタのゲートに前記第1の中間回路の前記第2の出力ノードの電位が印加され、且つ前記第8のPチャネル型MOSトランジスタ及びフルアツプ用として機能する前記第3のNチャネル型MOSトランジスタの各ゲートに低電圧が共通して印加され、前記第4の出力ノードより前記出力信号として前記高電圧とグラウンド電圧との間の電圧を有する信号を外部へ出力する第2のCMOS回路とを備えたことを特徴とするレベル変換回路。

【請求項4】 高電圧が印加される高電圧電源と第1の出力ノードとの間に直列接続された第1及び第2のPチャネル型MOSトランジスタ、並びに前記第1の出力ノードと入力ノードとの間に接続された第1のNチャネル型MOSトランジスタを有し、フルアツプ用として機能する前記第1のPチャネル型MOSトランジスタのゲートに第1の信号が印加され、フルアツプ用として機能する前記第1のNチャネル型MOSトランジスタのゲートに接続された前記入力ノードに前記高電圧よりも低い低電圧とグラウンド電圧との間の電圧を有する入力信号が印加され、前記第2のPチャネル型MOSトランジスタ及び前記第1のNチャネル型MOSトランジスタの各ゲートに低電圧が共通して印加される第1のCMOS回路と、

前記高電圧電源と第2の出力ノードとの間に接続され前記第1の信号がゲートに印加される第3のPチャネル型MOSトランジスタ、及び前記第2の出力ノードと低電圧が印加される低電圧電源との間に接続され前記第1のCMOS回路の前記第1の出力ノードの電位がゲートに印加される第4のPチャネル型MOSトランジスタを有する第1の中間回路と、

前記高電圧電源と第3の出力ノードとの間に接続され前記第1の中間回路の第2の出力ノードの電位がゲートに印加される第5のPチャネル型MOSトランジスタ、及び前記第3の出力ノードと前記低電圧電源との間に接続される出力信号がゲートに印加される第6のPチャネル型MOSトランジスタを有し、前記第3の出力ノードより前記第1の信号を出力する第2の中間回路と、
前記高電圧電源と第4の出力ノードとの間に直列接続された前記第7及び第8のPチャネル型MOSトランジスタ

タ、並びに前記第4の出力ノードとグラウンドとの間に直列接続された第2及び第3のNチヤネル型MOSトランジスタを有し、プルアップ用として機能する前記第7のPチヤネル型MOSトランジスタのゲートに前記第1の中間回路の前記第2の出力ノードの電位が印加され、プルアップ用として機能する前記第3のNチヤネル型MOSトランジスタのゲートに前記入力信号の反転信号が印加され、前記第8のPチヤネル型MOSトランジスタ及び前記第2のNチヤネル型MOSトランジスタの各ゲートに低電圧が共通して印加され、前記第4の出力ノードより前記出力信号として前記高電圧とグラウンド電圧の間の振幅を有する信号を外部へ出力する第2のCMOS回路とを備えたことを特徴とするレベル変換回路。

【請求項5】 高電圧が印加される高電圧電源と第1の出力ノードとの間に直列接続された第1及び第2のPチヤネル型MOSトランジスタ、並びに前記第1の出力ノードと第1の入力ノードとの間に接続された第1のNチヤネル型MOSトランジスタを有し、プルアップ用として機能する前記第1のPチヤネル型MOSトランジスタのゲートに第1の信号が印加され、プルアップ用として機能する前記第1のNチヤネル型MOSトランジスタのソースに接続された前記第1の入力ノードに前記高電圧よりも低い低電圧とグラウンド電圧との間の振幅を有する入力信号が印加され、前記第2のPチヤネル型MOSトランジスタ及び前記第1のNチヤネル型MOSトランジスタの各ゲートに低電圧が共通して印加される第1のCMOS回路と、

前記高電圧電源と第2の出力ノードとの間に接続され前記第1の信号がゲートに印加される第3のPチヤネル型MOSトランジスタ、及び前記第2の出力ノードと低電圧が印加される低電圧電源との間に接続され前記第1のCMOS回路の前記第1の出力ノードの電位がゲートに印加される第4のPチヤネル型MOSトランジスタを有する第1の中間回路と、

前記高電圧電源と第3の出力ノードとの間に接続され前記第1の中間回路の第2の出力ノードの電位がゲートに印加される第5のPチヤネル型MOSトランジスタ、及び前記第3の出力ノードと前記低電圧電源との間に接続され出力信号がゲートに印加される第6のPチヤネル型MOSトランジスタを有し、前記第3の出力ノードより前記第1の信号を出力する第2の中間回路と、

前記高電圧電源と第4の出力ノードとの間に直列接続された前記第7及び第8のPチヤネル型MOSトランジスタ、並びに前記第4の出力ノードと第2の入力ノードとの間に接続された第2のNチヤネル型MOSトランジスタを有し、プルアップ用として機能する前記第7のPチヤネル型MOSトランジスタのゲートに前記第1の中間回路の前記第3の出力ノードの電位が印加され、且つプルアップ用として機能する前記第2のNチヤネル型MOSトランジスタのソースに接続された前記第2の入力ノードに前記入力信号の反転信号が印加され、前記第8のPチヤネル型MOSトランジスタ及び前記第2のNチヤネル型MOSトランジスタの各ゲートに低電圧が共通して印加され、前記第4の出力ノードより前記出力信号として前記高電圧とグラウンド電圧の間の振幅を有する信号を外部へ出力する第2のCMOS回路とを備えたことを特徴とするレベル変換回路。

ードに前記入力信号の反転信号が印加され、前記第8のPチヤネル型MOSトランジスタ及び前記第2のNチヤネル型MOSトランジスタの各ゲートに低電圧が共通して印加され、前記第4の出力ノードより前記入力信号として前記高電圧とグラウンド電圧の間の振幅を有する信号を外部へ出力する第2のCMOS回路とを備えたことを特徴とするレベル変換回路。

【請求項6】 前記第1の信号は、前記高電圧と前記低電圧の間の振幅を有する信号であり、該第1の信号を前記出力信号と独立して外部へ出力する構成としたことを特徴とする請求項1乃至請求項5記載のレベル変換回路。

【請求項7】 前記第4及び第6のPチヤネル型MOSトランジスタのソースノードをそれぞれソース側に接続して、他のPチヤネル型MOSトランジスタのソースノードと分離したことを特徴とする請求項1乃至請求項6記載のレベル変換回路。

【請求項8】 低電圧が印加される低電圧電源とグラウンドとの間に接続され前記低電圧とグラウンド電圧との間の振幅を有する信号を出力する低電圧用回路と、前記低電圧用回路から出力された信号を前記低電圧よりも高い高電圧とグラウンド電圧との間の振幅を有する信号にレベル変換するレベル変換回路とを備えた半導体集積回路において、

前記レベル変換回路は、請求項1乃至請求項7記載のレベル変換回路で構成したことを特徴とする半導体集積回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】 発明の属する技術分野 本発明は、異なる電圧電位を有するデジタル回路間のインターフェースとして機能するレベル変換回路、及びこのレベル変換回路を構成した半導体集積回路に関する。

【0002】

【従来の技術】 MOSトランジスタのプロセスが微細化されるにつれて、許容ゲート酸化膜厚は下がってきており、0.6 μm 程度の微細化プロセスでは、その面圧は4V程度であり、3.3V電源の回路では支障は来さないが、従来から一般に使われてきた5V電源では、通常の論理回路を構成することはできない。従って、許容ゲート酸化膜厚が5Vよりも低い集積回路は、3.3V程度の電圧電位で使用せざるを得ない。

【0003】 この3.3V系の集積回路と5V電源系の集積回路とを組み合わせ使用する場合、低電圧電源系から高電圧電源系への信号伝達が可能でなく、従来では以下に示すような技術を用いて低電圧電源系から高電圧電源系へのレベル変換を行っている。

【0004】 図7は、従来より一般的なCMOSレベル変換回路の構成例を示す回路図である（第1の従来回路）。

【0005】 このレベル変換回路は、図面に示すように、5V電源（VDD）とグラウンド間に接続された2段のCMOS回路より構成されている。1段目のCMOS回路は、Pチヤネル型MOSトランジスタ（以下、単にP-MOSという）101とNチヤネル型MOSトランジスタ（以下、単にN-MOSという）102とで構成され、2段目のCMOS回路は、P-MOS103とN-MOS104とで構成されている。

【0006】 3V（“1”レベル）の入力信号1N1が与えられると、N-MOS102がオンし、同時に、0V（“0”レベル）の入力信号1N2が与えられるとN-MOS104はオフする。一方、N-MOS102のオンによりP-MOS103がオンし、このP-MOS103のオンによりP-MOS101がオフする。従って、出力信号OUT1、OUT2はそれぞれ5V、0Vとなる。

【0007】 また、入力信号1N1が3Vから0Vに変化すると、N-MOS102がオフし、同時に、入力信号1N2が0Vから3Vへ変化しN-MOS104はオフする。N-MOS104のオフによりP-MOS101がオンし、その結果、P-MOS103がオフする。従って、出力信号OUT1、OUT2はそれぞれ0V、5Vになる。

【0008】 このようにして、本回路では3V電源系から5V電源系へのレベル変換を行っている。

【0009】 図8は、特開平4-150411号公報に開示されたレベル変換回路の構成を示す回路図である（第2の従来回路）。

【0010】 このレベル変換回路は、図面に示すように、高電圧（VDD：5V）電源を有するラッチ回路200を備え、このラッチ回路200のノードN11、N12とグラウンドの間にはN-MOS211、212がそれぞれ接続されている。N-MOS211のゲートには、低電圧（VCC：3V）電源系の信号1Nが印加され、またN-MOS212のゲートには、低電圧（VCC：3V）電源を有するインバータ213を介して前記信号1Nの反転信号が印加されるようになっている。

【0011】 ラッチ回路200のノードN11、N12がそれぞれ5V、0Vである場合に、入力信号1Nが3V（“1”レベル）になると、N-MOS211がオンし、N-MOS212はオフする。その結果、ノードN11の電位は0Vにシフトするので、ラッチ回路200のノードN12より5V（“1”レベル）に維持された出力信号OUT1が得られる。

【0012】 図9は、米国特許公報（U. S. P. 5300832）に開示されたレベル変換回路の構成を示す回路図である（第3の従来回路）。

【0013】 このレベル変換回路は、ゲート酸化膜厚が低電圧電源（5V）よりも低いMOSトランジスタのみを用い、低電圧電源系から高電圧電源系へのレベル変換を行うものである。

換を行うものである。

【0014】 図面に示すように、このレベル変換回路は、MOSトランジスタ300～313からなるレベル変換部と、MOSトランジスタ314～317からなる出力部とで構成されている。レベル変換部は、低電圧（VCC：3V）電源系の入力信号1Nを入力して、ノードN21、N22にレベル変換用の制御信号を出力する。出力部は、前記レベル変換部からの制御信号を受けて、高電圧（VDD：5V）電源系の信号として0V～5Vの出力信号OUT1と中間電位～5Vの出力信号OUT2を出力し、さらに0V～中間電位の出力信号OUT3を出力するようにになっている。

【0015】 入力信号1Nが“0”レベルになると、P-MOS306、307がオンし、ノードN23、N24がプルアップする。ノードN23が“1”レベルになることにより、N-MOS304がオンし、P-MOS301及びN-MOS302を通過する電流経路が形成される。その結果、ノードN25がプルアップし、P-MOS308がオンする。

【0016】 P-MOS308がオンすると、ノードN21が“1”レベルになるだけでなく、P-MOS309及びN-MOS310、311を通過する電流経路が形成され、ノードN22も“1”レベルになる。その結果、P-MOS314がオンし、N-MOS317がオフし、出力信号OUT1、OUT2は0V、出力信号OUT3は中間電位となる。

【0017】 一方、入力信号1Nが“1”レベルになると、N-MOS305、312がオンし、ノードN22、N23の電位はプルアップする。ノードN22がプルアップすることにより、N-MOS317がオフする。そして、ノードN21の電位がVDD（5V）よりも低くなったとき、P-MOS314はオフし、出力信号OUT1、OUT2は5V、出力信号OUT3は中間電位となる。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来のレベル変換回路では次のような問題点があった。

【0019】 すなわち、上記第1の従来回路（図7）では、回路を構成する全てのMOSトランジスタのゲートに高電圧電源レベルの電圧が印加されるので、ゲート酸化膜厚は高電圧電源レベル以上である必要となる。そのため、ゲート酸化膜を厚くし且つゲート長を長くして高電圧に耐えるMOSトランジスタを、レベル変換回路用として集積回路のチップ上に部分的に形成することになり、製造プロセスが複雑になる。

【0020】 また、上記第2の従来回路（図8）でも同様に、ラッチ回路200を構成する2個のインバータの各トランジスタ及びN-MOS211、211を共に、高電圧電源レベル以上のゲート酸化膜厚を有するトランジスタが必要となる。

路と、前記高電圧電源と第4の出カノードとの間に直列接続された前記第7及び第8のPチャネル型MOSトランジスタ、並びに前記第4の出カノードとグラウンドとの間に直列接続された第2及び第3のNチャネル型MOSトランジスタを有し、フルアツプ用として機能する前記第7のPチャネル型MOSトランジスタのゲートに前記第1の中間回路の前記第2の出カノードの電位が印加され、フルアツプ用として機能する前記第3のNチャネル型MOSトランジスタのゲートに前記入力信号の反転信号が印加され、前記第8のPチャネル型MOSトランジスタ及び前記第2のNチャネル型MOSトランジスタの各ゲートに低電圧が共通して印加され、前記第4の出カノードより前記出力信号として前記高電圧とグラウンド電圧の間の振幅を有する信号を外部へ出力する第2のCMOS回路とを備えたことにある。

【0030】この第4の発明によれば、上記第1の発明における第2のN-MOSを省略し、入力信号を1種類とすることができ、入力信号がグラウンドレベル（“0”レベル）である場合は、第1のN-MOSがオンし、その後は上記第1の発明と同様の作用を行い、高電圧レベル（“1”レベル）の出力信号が出力される。この状態で、前記同様に本レベル変換回路内に静電的な直流電流パスは存在しない、また、入力信号がグラウンドレベルから高電圧レベル（“1”レベル）へ変化した場合は、第1のN-MOSはオフし、第3のN-MOSがオンして、その後は、第1の発明と同様の作用を行い、グラウンドレベルの出力信号が出力される。この第4の発明も、許容ゲート数化模範圧が高電圧電源よりも低いMOSトランジスタのみで回路を構成することができ、前述の第3の従来の回路よりも高速に動作し、加えて負荷型駆動力の低下も抑えられる。

【0031】第5の発明であるレベル変換回路の特徴は、高電圧が印加される高電圧電源と第1の出カノードとの間に直列接続された第1及び第2のPチャネル型MOSトランジスタ、並びに前記第1の出カノードと第1の入カノードとの間に接続された第1のNチャネル型MOSトランジスタを有し、フルアツプ用として機能する前記第1のPチャネル型MOSトランジスタのゲートに第1の信号が印加され、フルアツプ用として機能する前記第1のNチャネル型MOSトランジスタのソースに接続された前記第1の入カノードに前記高電圧よりも低い低電圧とグラウンド電圧との間の振幅を有する入力信号が印加され、前記第2のPチャネル型MOSトランジスタ及び前記第1のNチャネル型MOSトランジスタの各ゲートに低電圧が共通して印加される第1のCMOS回路と、前記高電圧電源と第2の出カノードとの間に接続され、前記第1の信号がゲートに印加される第3のPチャネル型MOSトランジスタ、及び前記第2の出カノードと低電圧が印加される低電圧電源との間に接続される前記第1のCMOS回路の前記第1の出カノードの電位がゲートに印加される第4のPチャネル型MOSトランジスタを有する第1の中間回路と、前記高電圧電源と第3の出カノードとの間に接続される前記第1の中間回路の第2の出カノードの電位がゲートに印加される第5のPチャネル型MOSトランジスタ、及び前記第3の出カノードと低電圧が共通して印加される第2のCMOS回路とを備えたことにある。

トに印加される第4のPチャネル型MOSトランジスタを有する第1の中間回路と、前記高電圧電源と第3の出カノードとの間に接続される前記第1の中間回路の第2の出カノードの電位がゲートに印加される第5のPチャネル型MOSトランジスタ、及び前記第3の出カノードと前記低電圧電源との間に接続される出力信号がゲートに印加される第6のPチャネル型MOSトランジスタを有し、前記第3の出カノードより前記第1の信号を出力する第2の中間回路と、前記高電圧電源と第4の出カノードとの間に直列接続された前記第7及び第8のPチャネル型MOSトランジスタ、並びに前記第4の出カノードと第2の入カノードとの間に接続された第2のNチャネル型MOSトランジスタを有し、フルアツプ用として機能する前記第7のPチャネル型MOSトランジスタのゲートに前記第1の中間回路の前記第2の出カノードの電位が印加され、且つフルアツプ用として機能する前記第2のNチャネル型MOSトランジスタのソースに接続された前記第2の入カノードに前記入力信号の反転信号が印加され、前記第8のPチャネル型MOSトランジスタ及び前記第2のNチャネル型MOSトランジスタの各ゲートに低電圧が共通して印加され、前記第4の出カノードより前記出力信号として前記高電圧とグラウンド電圧の間の振幅を有する信号を外部へ出力する第2のCMOS回路とを備えたことにある。

【0032】この第5の発明によれば、上記第1の発明における第2及び第4のN-MOSを省略することができ、入力信号がグラウンドレベル（“0”レベル）である場合は、第1のN-MOSがオンし、その後は上記第1の発明と同様の作用を行い、高電圧レベル（“1”レベル）の出力信号が出力される。この状態で、前記同様に、第1、第3及び第6のP-MOSと第2のN-MOSがオフ状態にあるので、本レベル変換回路内に静電的な直流電流パスは存在しない。また、入力信号がグラウンドレベルから高電圧レベル（“1”レベル）へ変化した場合は、第1のN-MOSはオフし、第2のN-MOSがオンして、その後は、第1の発明と同様の作用を行い、グラウンドレベルの出力信号が出力される。この第5の発明も、許容ゲート数化模範圧が高電圧電源よりも低いMOSトランジスタのみで回路を構成することができ、前述の第3の従来の回路よりも高速に動作し、加えて負荷型駆動力の低下も抑えられる。

【0033】第6の発明であるレベル変換回路の特徴は、上記第1乃至第5の発明において、前記第1の信号は、前記高電圧と前記低電圧の間の振幅を有する信号であり、前記第1の信号を前記出力信号と独立して外部へ出力する構成としたことにある。

【0034】この第6の発明によれば、上記第1乃至第5の発明の回路の適用範囲が広がる。

【0035】第7の発明であるレベル変換回路の特徴は、上記第1乃至第6の発明において、前記第4及び第

6のPチャネル型MOSトランジスタのサフストレートをそれぞれソース側に接続して、他のPチャネル型MOSトランジスタのサフストレートと分離したことにある。

【0036】この第7の発明であるレベル変換回路によれば、第4及び第6のP-MOSのゲート数化模範への負荷を一層軽減することができ、

【0037】第8の発明であるレベル変換回路の特徴は、上記第1乃至第7の発明において、低電圧が印加される低電圧電源とグラウンドとの間に接続される前記低電圧とグラウンド電圧との間の振幅を有する信号を出力する低電圧電源と、前記低電圧電源から出力された信号を前記低電圧よりも高い高電圧とグラウンド電圧との間の振幅を有する信号にレベル変換するレベル変換回路とを備えた半導体集積回路において、前記レベル変換回路は、上記第1乃至第7の発明のレベル変換回路で構成したことにある。

【0038】この第8の発明によれば、集積化されたレベル変換回路において、上記第1乃至第7の発明と同様の作用を奏する。

【0039】

【発明の実施形態】以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。図1は、本発明の第1実施形態に係るレベル変換回路の回路図である（第1、第2及び第6の発明に対応）。

【0040】このレベル変換回路は、高電圧（5V：V_{DD}）電源とグラウンドとの間に接続されて、低電圧（3V：V_{CC}）とグラウンド電圧（0V）との間の振幅を有する入力信号IN1を取り込む第1のCMOS回路10と、5V電源とグラウンドとの間に接続されて、5V～0V間の振幅を有する出力信号OUT1を出力する第2のCMOS回路20と、これら第1及び第2のCMOS回路10、20の間に接続された第1及び第2の中間回路30、40とを備えている。ここで、これら各回路10～40を構成する全てのMOSトランジスタ（以下に述べる）は、許容ゲート数化模範圧が5Vよりも低く且つ3Vよりも高い特性を有している。

【0041】より具体的には、CMOS回路10は、5V電源とソースノード1との間に直列接続されたP-MOS 11、12と、前記ソースノード1とグラウンドとの間に直列接続されたN-MOS 13、14とで構成されている。P-MOS 11はフルアツプ用として機能し、そのゲートには中間回路40の出力（第1の信号）が印加され、さらに、N-MOS 14はフルアツプ用として機能し、そのゲートには前記入力信号IN1が印加されるようになっている。

【0042】P-MOS 12及びN-MOS 13は、それぞれP-MOS 11及びN-MOS 14の通電圧保護用として設けられ、その各ゲートには3V電源が共通して印加されている。また、P-MOS 12のサフストレー

ート（N型ウェル領域）は、P-MOS 11のサフストレート（N型ウェル領域）と共通して5V電源に接続され、N-MOS 13のサフストレートは、N-MOS 14のサフストレートと共通してグラウンドに接続されている。

【0043】CMOS回路20は、上記CMOS回路10と同様の素子構成で、5V電源とソースノード2との間に直列接続されたP-MOS 21、22と、ソースノード2とグラウンドとの間に直列接続されたN-MOS 23、24とで構成されている。フルアツプ用として機能するP-MOS 21のゲートには前記中間回路30の出力が印加され、フルアツプ用として機能するN-MOS 24のゲートには前記入力信号IN1の反転信号IN2が印加されるようになっている。

【0044】一方、中間回路30は、5V電源とソースノード3との間に接続される前記中間回路40の出力（第1の信号）がゲートに印加されるP-MOS 31と、前記ソースノード3と3V電源との間に接続される前記CMOS回路10のソースノード1の電位がゲートに印加されるP-MOS 32とで構成されている。また、P-MOS 31のサフストレートは、P-MOS 32のサフストレートと共通して5V電源に接続されている。

【0045】中間回路40は、上記中間回路30と同様の素子構成で、5V電源とソースノード4との間に接続される前記中間回路30のソースノード3の電位がゲートに印加されるP-MOS 41と、ソースノード4と3V電源との間に接続される出力信号OUT1がゲートに印加されるP-MOS 42とで構成されている。

【0046】そして、CMOS回路20のソースノード2より、5V（“1”レベル）～0V（“0”レベル）の振幅で入力信号IN1と同相の出力信号OUT1が出力され、加えて中間回路40のソースノード4より、5V（“1”レベル）～3V（“0”レベル）間の振幅を有し入力信号IN1と同相の出力信号OUT2が出力されるようになっている。

【0047】ここで、本回路を正確に動作させるために、各トランジスタのオン抵抗は次のような条件に設定されている。すなわち、CMOS回路10におけるP-MOS 11、12の直列オン抵抗は、N-MOS 13、14の直列オン抵抗よりも大きくなるように、各々のトランジスタのゲイメンソリが設定されている。同様に、CMOS回路20におけるP-MOS 21、22とN-MOS 23、24との間にもなされている。さらに、中間回路30におけるP-MOS 31のオン抵抗は、P-MOS 32のオン抵抗よりも大きくなるように、また中間回路40におけるP-MOS 41のオン抵抗はP-MOS 42のオン抵抗よりも大きくなるように、各々のトランジスタのゲイメンソリが設定されている。

【0048】次に、以上のように構成されるレベル変換回路の動作を説明する。

【0049】まず、3V（1レベル）の入力信号IN1

が供給された場合の動作を説明する。入力信号IN1が3V（1レベル）であるとき、この信号IN1がゲートに印加されるN-MOS14はオンし、上記オン抵抗の値定からノードFN1は0Vに近い電圧を出力する。その結果、P-MOS32がオフし、ノードFN3は3Vに近い電圧を出力し、P-MOS41、21がオンする。

【0050】一方、N-MOS24のゲートには、0V（0レベル）の入力信号IN2が印加されるので、N-MOS24はオフし、ノードFN2の電位は5Vとなる。その結果、P-MOS42がオンし、P-MOS41はオンしているでノードFN4の電位は5Vになる。ノードFN4の電位が5Vになると、P-MOS11、311はオフし、ノードFN1の電位は0Vになり、ノードFN3の電位は3Vとなる。従って、出力信号OUT1及びOUT2は、5V（1レベル）となる。

【0051】なお、この状態において、P-MOS11、31、42及びN-MOS24はオフしているのて、このレベル変換回路内に静的な直流通電流は存在しない。

【0052】次に入力信号IN1が3V（“1”レベル）から0V（0レベル）に変化した場合の動作を説明する。

【0053】N-MOS14はオフし、且つP-MOS11もオフしているので、ノードFN1の電位は定まらない。しかし、入力信号IN2は3V（1レベル）であるため、N-MOS24がオンし、このときP-MOS21もオフしているが、ノードFN2の電位は0Vに近いものとなる。その結果としてP-MOS42がオンし、このときP-MOS41もオンしているが、ノードFN4は3Vに近い電位になる。

【0054】ノードFN4が3Vに近い電位になると、P-MOS11、31がオンし、ノードFN1は、N-MOS14が既にオフしているので5Vを出力する。その結果、P-MOS32もオンし、ノードFN3の電位も5Vとなるため、P-MOS41、21はオフして直流通電流が絶たれ、ノードFN2は0Vを出力し、ノードFN4は3Vを出力する。従って、出力信号OUT1は0V（0レベル）、出力信号OUT2は3V（0レベル）が出力される。

【0055】このような動作において、各トランジスタのゲートとソースまたはドレインあるいはサブスレートとの間に3Vを越える電圧が印加されることはない。但し、P-MOS32及びP-MOS42には、5Vから0Vの範囲の電圧が加わり、0Vが加わる時に過渡的に3Vを越える電圧がゲート極化膜に加わるが、静止状態では、該MOSトランジスタはオフし、ソース、ドレイン間に3V電圧が接続されたチャネルが形成され、基板電位の5Vはゲート極化膜からシールドされるので、このゲート極化膜には静的に3Vを越える電位は加わ

ない。

【0056】このように本実施形態のレベル変換回路では、上記各トランジスタのゲート極化膜には静的に3Vを越える電位が加わらないため、許容ゲート極化膜電圧が5Vよりも低いMOSトランジスタのみで回路を構成することができ、これにより、製造プロセスを複雑にしないで低消費電力のレベル変換回路を実現することが可能となる。さらに、与えられた電源レベルを、オンしたトランジスタで次のトランジスタのゲートに供給する方式であるため、ゲート電圧の振幅の制限にソースフォロトランジスタのオンする効果を利用した前述の第3の従来回路よりも高動作が可能となるだけでなく、負荷駆動能力の低下も抑えることができる。

【0057】また、本実施形態では、低電圧レベルは全て3Vになっているが、たとえば2Vの電位が他に存在しているならば、P-MOS12及びP-MOS22のゲートのみを2V電圧源に接続しても、またP-MOS32及びP-MOS42のドレインのみを2V電圧源に接続しても回路は正常に動作する。3V電圧に接続されている端子を個別に他の低電圧レベルに接続することにより、トランジスタのオン抵抗を調整し、ゲインジョーの設定に自由度を持たせることができる。

【0058】図2は、本発明の第2実施形態に係るレベル変換回路の回路図であり、図1と共通の要素には同一の符号が付されている（第3の発明に対応）。

【0059】上記図1に示す構成において、N-MOS23のソースに、直接0Vから3Vの振幅を持った入力信号を接続しても回路動作が損なわれることはない。このようにことから、本実施形態は、図1に示す回路のN-MOS24を省略した場合の例を示している。すなわち、上記CMOS回路20に代えて設けられたCMOS回路20'は、N-MOS24を省略してN-MOS23のソースに直接、入力信号IN1を印加した構成となっている。

【0060】このレベル変換回路によれば、入力信号IN1が3V（“1”レベル）である場合は、上記第1実施形態と同様の動作を行い、5V（“1”レベル）の出力信号OUT1及びOUT2が出力される。この状態では、P-MOS11、31、42がオン状態であり、加えてN-MOS23もオフしているため、本レベル変換回路内に静的な直流通電流は存在しない。一方、入力信号IN1が3V（“1”レベル）から0V（“0”レベル）へ変化した場合は、N-MOS14がオンし、N-MOS23がオンするので、第1実施形態と同様に出力信号OUT1が0V（“0”レベル）に、出力信号OUT2が3V（“0”レベル）に変化する。

【0061】本実施形態では、上記第1実施形態と同様の利点を有するほか、図1に示すN-MOS24を省略でき、且つ入力信号を1種類しか必要としないので、第1実施形態よりも構成が簡素化される。

【0062】図3は、本発明の第3実施形態に係るレベル変換回路の回路図であり、図1と共通の要素には同一の符号が付されている（第4の発明に対応）。

【0063】上記図1に示す構成において、N-MOS13のソースに、直接0Vから3Vの振幅を持った入力信号を接続しても回路動作が損なわれることはない。このようにことから、本実施形態は、図1に示す回路のN-MOS14を省略した場合の例を示している。すなわち、上記CMOS回路10に代えて設けられたCMOS回路10'は、N-MOS14を省略してN-MOS13のソースに直接、入力信号IN2を印加した構成となっている。

【0064】このレベル変換回路によれば、入力信号IN2が0V（“0”レベル）であるときには、N-MOS13がオンし、その後は上記第1実施形態と同様の動作が行われ、5V（“1”レベル）の出力信号OUT1及びOUT2が出力される。この状態では、P-MOS11、31、42及びN-MOS24がオン状態にあるため、本レベル変換回路内に静的な直流通電流は存在しない。

【0065】一方、入力信号IN2が0V（“0”レベル）から3V（“1”レベル）へ変化した場合は、N-MOS13がオンする一方で、N-MOS24がオンし、その後は第1実施形態と同様の動作が行われ、出力信号OUT1が0V（“0”レベル）に、出力信号OUT2が3V（“0”レベル）に変化する。

【0066】このように、入力信号IN2に対して逆用の出力信号OUT1及びOUT2が出力される。

【0067】本実施形態では、上記第1実施形態と同様の利点を有するほか、図1に示すN-MOS14を省略でき、且つ入力信号を1種類とすることができ、第1実施形態よりも構成が簡素化される。

【0068】図4は、本発明の第4実施形態に係るレベル変換回路の回路図であり、図1と共通の要素には同一の符号が付されている（第5の発明に対応）。

【0069】上記図1に示す構成において、N-MOS13及びN-MOS23のソースに、直接0Vから3Vの振幅を持った入力信号を接続しても回路動作が損なわれることはない。このようにことから、本実施形態は、図1に示す回路のN-MOS14及びN-MOS24を省略した場合の例を示している。すなわち、上記CMOS回路10及び20に代えて設けられたCMOS回路10'、20'は、N-MOS14及び24を省略してN-MOS13及び23のソースに直接、それぞれ入力信号IN1及びIN2を印加した構成となっている。

【0070】このレベル変換回路によれば、入力信号IN1が0V（“0”レベル）であるときには、N-MOS13がオンし、その後は上記第1実施形態と同様の動作が行われ、5V（“1”レベル）の出力信号OUT1及びOUT2が出力される。このとき、P-MOS1

1、31、42がオフ状態にあり、またN-MOS23のソースには3V（“1”レベル）の入力信号IN2が印加されているため、該N-MOS23もオフしている。その結果、この状態では、本レベル変換回路内に静的な直流通電流は存在しない。

【0071】一方、入力信号IN1が0V（“0”レベル）から3V（“1”レベル）へ変化した場合は、N-MOS13がオンする一方で、N-MOS23がオンし、その後は第1実施形態と同様の動作が行われ、出力信号OUT1が0V（“0”レベル）に、出力信号OUT2が3V（“0”レベル）に変化する。

【0072】このように、入力信号IN1に対して逆用の出力信号OUT1及びOUT2が出力される。

【0073】本実施形態では、上記第1実施形態と同様の利点を有するほか、図1に示すN-MOS14及びN-MOS24を省略できるので、第1実施形態よりも構成が簡素化される。

【0074】図5は、本発明の第5実施形態に係るレベル変換回路の回路図であり、図1と共通の要素には同一の符号が付されている（第7の発明に対応）。

【0075】本実施形態は、上記図1の構成において、上記中間回路30、40とはサブスレートの接続構成が異なる中間回路30'、40'を、上記中間回路30、40に代えて設けたものである。すなわち、上記第1実施形態において、P-MOS32及びP-MOS42のオン時に形成されるチャネルにより基板電位の5Vがゲート極化膜からシールドされ、各トランジスタのゲート極化膜には静的には3Vを越える電位は加わらない点について述べた。この点について、本実施形態では、P-MOS32及びP-MOS42の基板となるN型ウェル（サブスレート）から分離して各々のソースに接続することによって、該P-MOS32及びP-MOS42のゲート極化膜への負荷をさらに軽減するようにしたものである。

【0076】この場合の回路動作も上記第1実施形態と全く同じである。

【0077】図6は、本発明の第6実施形態に係る半導体集積回路の回路図であり、図1と共通の要素には同一の符号が付されている（第8の発明に対応）。

【0078】本実施形態は、上記図1に示したレベル変換回路を集積回路のトランスイスタバッファ回路に応用したものである。このトランスイスタバッファ回路は、3V系の論理回路50を備え、この論理回路50の出力側が図1に示す構成のレベル変換回路に接続されている。3V系の論理回路50は、デラゲート51及びキエラゲート52を有し、NANDゲート53、インバータ54、55及びNORゲート56で構成されている。さらに、前記レベル変換回路の出力側には、ブリアンツ回路60を介してメインバッファ回路70が接続され

ている。グリパング回路601は、P-MOS 61、62で構成され、5V～3V間の短絡の信号をP-MOS 71に供給し、またメインパング回路701は、P-MOS 71、72及びN-MOS 73、74で構成され、その出力に接続された出力バッファ80から増幅回路の外部へ出力信号OUTを出力するようになっている。

【0079】次に、動作を説明する。イネーブル端子52に0V (0レベル) が与えられると、P-MOS 71には5V (1レベル)、N-MOS 74には0V (0レベル) が印加され、出力バッファ801は0V (0レベル) が印加され、出力バッファ80は5V (1レベル) となる。

【0080】また、イネーブル端子52に3V (1レベル) 且つデータ端子51に0V (0レベル) が与えられた時は、P-MOS 71のゲートには3V (0レベル)、N-MOS 74のゲートには3V (1レベル) が印加され、出力バッファ801は0V (0レベル) となり、トランスアイソバングとして機能する。

【0081】なお、P-MOS 71のゲートは、レベル変換回路における中間回路40の出力ノードN4 (OUT2) に接続することにより、グリパング回路70を省略することも可能である。

【0082】上記各実施形態においては5Vと3Vの2電圧の場合について説明したが、0、2.5 mVデバイス世代では、ゲート駆動電圧が3、3V以下になることが予想され、そのデバイス世代において、高電圧が3、3V、低電圧が2Vというような組み合わせで本発明を適用することも可能である。

【0083】
【発明の効果】以上詳細に説明したように、第1の発明であるレベル変換回路によれば、ゲート駆動電圧が高電圧電圧レベルよりも低いMOSトランジスタのみで構成でき、且つ停止時の消費電力を抑えることなく低電圧電圧の振幅から高電圧電圧の振幅に信号電圧振幅を変換することができ、これにより、製造プロセスを複雑にしないで低消費電力のレベル変換回路を実現することが可能となる。さらに、前述の第3の従来回路よりも高運動作が可能となり、しかも負荷駆動能力の低下も抑えることが出来る。また、MOSトランジスタに接続される低電圧電圧を個別に異なる低電圧の電圧源とすることにより、トランジスタのオン抵抗を調整することができ、デレイ調整の自由度を持たせることも可能となる。

【0084】第2の発明であるレベル変換回路によれば、上記第1の発明の回路を駆動作なく的確に動作させることが可能となる。

【0085】第3の発明であるレベル変換回路によれば、上記第1の発明よりも簡単な構成で同様の効果を得ることが出来る。

【0086】第4の発明であるレベル変換回路によれば、上記第1の発明よりも簡単な構成で同様の効果を得ることが出来る。

【0087】第5の発明であるレベル変換回路によれば、上記第1の発明よりも簡単な構成で同様の効果を得ることが出来る。

【0088】第6の発明であるレベル変換回路によれば、上記第1乃至第5の発明の回路の応用範囲を広くすることが可能となる。

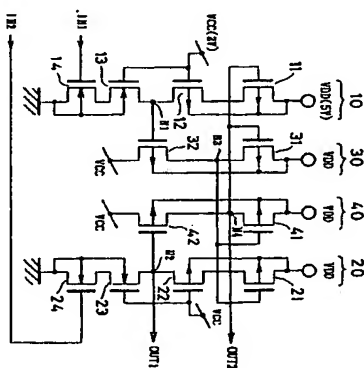
【0089】第7の発明であるレベル変換回路によれば、上記第1乃至第6の発明の回路において、第4及び第6のP-MOSのゲート駆動電圧への負荷を一層軽減することが可能となる。

【0090】第8の発明である半導体集積回路によれば、集積化されたレベル変換回路において、上記第1乃至第7の発明と同様の効果を得ることが出来る。

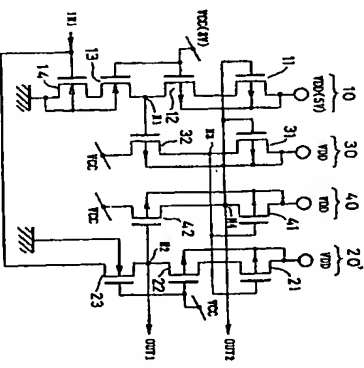
【図面の簡単な説明】
【図1】本発明の第1実施形態に係るレベル変換回路の回路図である。
【図2】本発明の第2実施形態に係るレベル変換回路の回路図である。
【図3】本発明の第3実施形態に係るレベル変換回路の回路図である。
【図4】本発明の第4実施形態に係るレベル変換回路の回路図である。
【図5】本発明の第5実施形態に係るレベル変換回路の回路図である。
【図6】本発明の第6実施形態に係る半導体集積回路の回路図である。
【図7】従来のレベル変換回路の構成を示す回路図である。
【図8】従来のレベル変換回路の構成を示す回路図である。
【図9】従来のレベル変換回路の構成を示す回路図である。
【符号の説明】
10 第1のDCMOS回路
20 第2のDCMOS回路
30 第1の中間回路
40 第2の中間回路
11 第1のP-MOS
12 第2のP-MOS
13 第1のN-MOS
14 第2のN-MOS
21 第7のP-MOS
22 第8のP-MOS
23 第2または第3のN-MOS

24 第3または第4のN-MOS
31 第3のP-MOS
32 第4のP-MOS
41 第5のP-MOS
42 第6のP-MOS
N1 第1の出力ノード
N2 第4の出力ノード

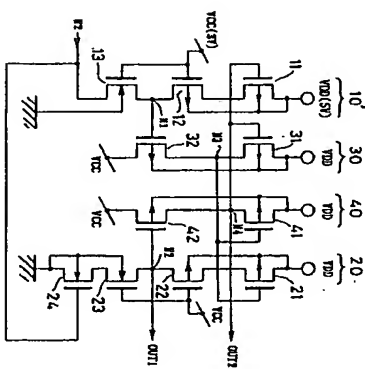
【図1】



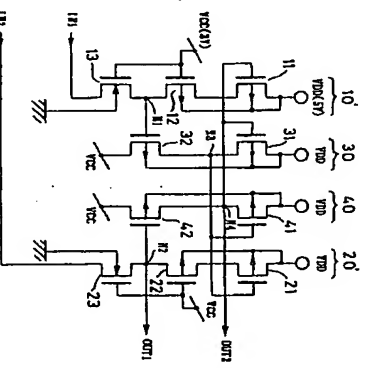
【図2】



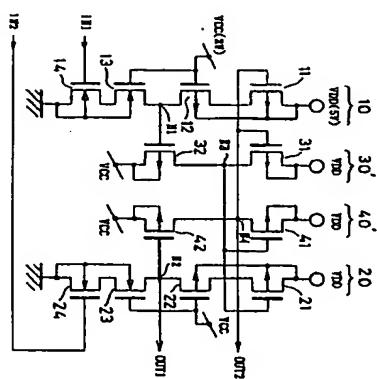
【図3】



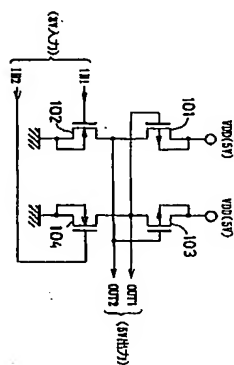
【図4】



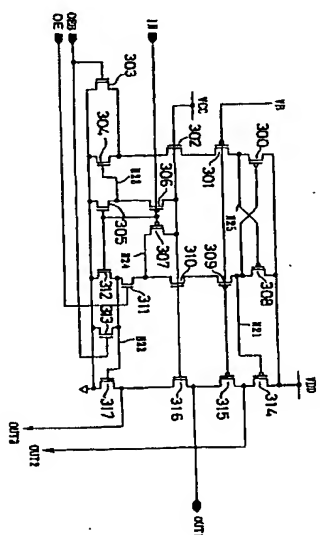
【図5】



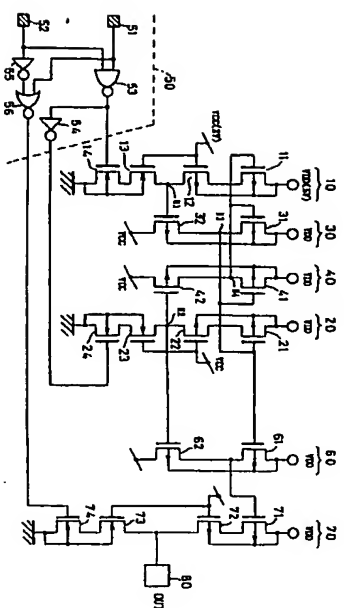
【図7】



【図9】



【図6】



【図8】

